한국대기환경학회 2003 춘계학술대회 논문집
Proceeding of the 35th Meeting of KOSAE(2003)
Korean Society for Atmospheric Environment

1D1) 국내 가옥 및 공공건물내 라돈농도

Indoor radon concentrations in house and public buildings

김창규 · 김용재 · 이재성 · 노병환
한국원자력안전기술원, 방사선안전연구실

1. 서 론

라돈은 일반적으로 가장 잘 알려진 천연 방사성핵종 중 하나로서 무향 무색의 불활성기체이며 붕괴 과정에서 알파입자를 방출한다. 라돈에 의한 피폭선량은 라돈붕괴에 의해 생성된 라돈자손이 호흡기관 표면에 침착되어 방출하는 알파선에 기인한다. 따라서, 피폭선량에 주로 기인하는 것은 라돈 자신이 아니라 그의 단 반감기 라돈자손들이다. 이처럼 라돈은 잘 알려진 폐암 유발원으로서 고농도의 라돈에 장기간 노출되는 경우 폐암을 유발할 수 있다. UNSCEAR 보고서(1993)는 자연 환경중에서 인간이 받는 연간 총 피폭선량인 2.4 mSv중 약 50%에 해당하는 1.15 mSv가 라돈과 그 자손에 의한 것이며 대부분 옥내에서의 호흡에 의해 비롯된다고 평가하고 있다. 결국, 라돈이 일반인의 총 피폭선량의 큰 부분을 비중을 차지하며, 높은 라돈농도에 지속적으로 노출되는 경우 폐암 발생 가능성이 높아진다는 점과 라돈은 인공방사선과는 달리 자연 발생적인 방사선원이므로 통제 · 관리상의 어려움이 수반된다는 점에서 많은 연구자들의 관심이 집중되었다. 이에 따라 선진 외국들은 라돈에 의해 자국 국민들이 받는 연간 피폭선량을 평가하고, 필요시 라돈농도에 대한 권고치를 설정하여 라돈으로부터 국민의 건강을 보호하기 위하여 '80-'90년대에 국가별로 전국 규모의 라돈농도 조사를 수행하였다 (UNSCEAR; 1993). 국내의 경우 한정된 지역에 대한 조사자료나 단 기간동안 조사된 자료(국립보건원보; 1995, 김동술; 1993)가 발표된 바 있다. 그러나, 우리나라 전역을 대상으로 한 대규모 조사에 대한 자료가 거의 없어 국가 라돈정책 수립에 어려움이 있다. 따라서, 본 연구에서는 라돈으로부터 국민의 건강을 보호할 수 있는 국가 라돈정책 수립에 필요한 기초자료를 확보하기 위하여 전국 실내 라돈 농도 준위 실태를 파악하고, 그 조사결과를 토대로 라돈에 의한 국민의 연간 피폭선량을 평가하였다.

2. 연구 방법

전국 가옥 및 공공건물내 라돈농도를 조사하기 위하여 서울 부산을 비롯한 전국 6개 대도시와 9개도 지역의 3,000지점 (가옥; 2500, 공공건물; 500)에 대해 2000년 1월부터 12월까지 1년간 4회(1회/분기)에 걸쳐 실내 라돈농도 조사를 실시하였으며, 대상 가옥은 한옥, 양옥, 아파트, 연립주택, 반지하 주택으로 구분하였으며, 공공건물은 종합병원, 학교, 지하상가, 지하철역, 대형백화점, 공공사무실(시 · 구청 민원실)을 대상으로 하였으며, 건물형태, 재질 및 계절에 따른 실내 라돈농도 변화특성을 검토하였다. 실내 라돈농도 측정에는 미국 Landauer회사의 RadTrack 검출기를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3. 1 가옥내 라돈농도

가옥내 라돈농도 조사는 전국 15개 시 · 도 지역의 2,500개의 조사지점에서 이루어졌으며, 조사대상 가옥의 형태별 비율은 한옥 23.8%, 양옥 24.7%, 아파트 39.5%, 연립주택 8.1%, 반 지하주택 3.8%였으며 총 조사가옥의 67%가 지금으로부터 20년전 이후에 건축된 것이었다. 전국 가옥내 라돈농도를 조사한 결과를 보면, 산술평균 및 기하평균 값은 각각 53.4 ± 57.5 Bq m^{-3}, 43.3 ± 1.8 Bq m^{-3}였으며, ICRP 65(국제방사선방호위원회)의 권고치 범위 (200-600 Bq m^{-3})보다 낮은 값을 나타내고 있다. 가옥 재질별 라돈농도를 비교해 보면 흙집에서 가장 높고, 조립식 건물에서 가장 낮은 값을 나타내었으며, 계절별로는 그림 1에 나타난 바와 같이 여름(6월 - 8월)에 가장 낮고 겨울(12월 - 2월)에 가장 높은

경향을 나타내었다. 건축연도에 따른 가옥내 라돈농도 변화를 보면, 한옥과 양옥의 경우는 건축연도가 오래된 가옥일수록 라돈농도가 높은 반면에 아파트의 경우는 건축연도가 오래된 것일수록 라돈농도가 낮아지는 경향을 나타내었다. 그 이유는 단독 한옥과 양옥의 경우는 건축연도가 경과하면서 가옥바닥, 벽 등에 틈이 생겨 지반 밑의 토양으로부터 라돈이 스며들어올 가능성이 높아지기 때문으로 추정된다. 한편, 아파트의 경우는 최근에 지어지는 아파트일수록 안락한 주거환경과 내부 열 손실을 줄이기 위하여 알루미늄 샷시로 된 이중창문 설치 등 내부 밀폐성이 좋아짐에 따라 라돈농도가 증가하는 것으로 판단된다.

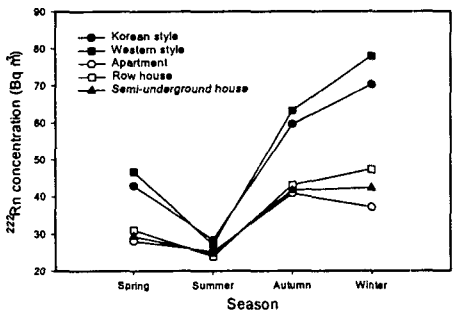

Fig. 1. Seasonal variation of annual mean of indoor radon concentrations in houses

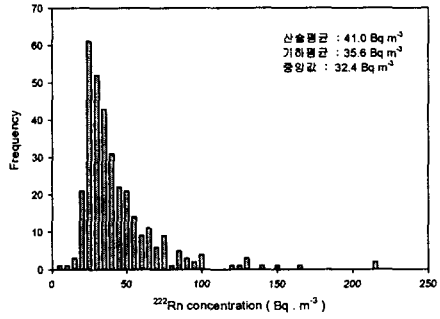

Fig. 2. Frequency distribution of annual mean of indoor radon concentrations in office building

3. 2 공공건물내 라돈농도

공공건물내 라돈농도 조사는 학교, 유치원, 종합병원, 지하상가, 지하철 및 공공사무실을 대상으로 전국 500개 지역에서 이루어졌다. 총 조사대상 건물수에 대한 건물유형별 비율을 보면, 학교 34%, 유치원 24%, 공공사무실 15%, 지하철 10.8%, 종합병원 9.2%, 백화점 3.8%, 지하상가 3.2%였으며, 총 조사대상 건물의 약 70%가 1980년 이후에 건축된 건물이었다.

공공건물내 라돈농도의 산술평균값은 41.0 ± 26.8 Bq m^{-3}, 기하평균값은 35.6 Bq m^{-3}, 중앙값은 32.4 Bq m^{-3}로써 가옥내 라돈농도에 비하여 낮은 값을 나타내었다(그림 2). 그 이유는 공공건물의 경우 사람이 빈번히 왕래하는 곳으로 출입문 및 창문을 여는 빈도가 가옥에 비해 훨씬 많아 실내 공기가 외부공기와 자주 순환되기 때문으로 판단된다. 조사대상 공공건물중 학교건물이 타 건물에 비해 가장 높은 라돈농도(48.5 Bq m^{-3})를 나타낸 반면, 백화점에서 가장 낮은 라돈농도(22.5 Bq m^{-3})를 나타내었다. 학교건물내의 라돈농도가 타 공공건물에 비해 높은 이유는 수업시간이나 방학기간 동안에는 교실문이 닫힌 상태로 유지되기 때문으로 판단된다.

참 고 문 헌

UNSCEAR (1993) Sources and Effects of Ionizing Radiation, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 1993 Report to the General Assembly, United Nations, New York.

국립보건원보 (1995) The Report of national Institute of Health, 32(2), 576-581.

김동술, 김윤신, 김신도, 신웅배, 김성천, 유정석 (1993) 한국대기보전학회지, 9(4), 271-277.